

文章编号: 1004- 4574(2009) 03- 0158- 07

黑龙江省近 46年的气温变化

于 梅¹, 邢俊江², 于洪敏¹

(1 黑龙江省气候中心, 黑龙江 哈尔滨 150030 2 黑龙江省鹤岗市气象局, 黑龙江 鹤岗 158888)

摘 要: 选取黑龙江省 63个气象观测站 1962- 2007年的气温资料, 进行了气温变化趋势及空间分布的分析。结果表明, 全省平均气温增幅大于全国增温幅度, 最低气温增温速率高于最高气温增温速率, 北部大小兴安岭之间为全省增温最明显区域, 日较差为减小趋势。冬季增温最明显; 夏季则变化较小。与全省的变化不同, 漠河站秋季最低气温呈现下降趋势。就全省而言, 气候变暖, 寒日明显减少, 酷日增多, 无霜期延长。

关键词: 气候变化 温度趋势 极端气温

中图分类号: P467

文献标识码: A

Air temperature change in Heilongjiang Province in recent 46 years

YU M ei¹, XING Jun-jiang², YU Hong-min¹

(1. Heilongjiang Province Climate Center Harbin 150030, China 2. Heilongjiang Province Hegang City Observatory, Hegang 158888, China)

Abstract Temperature data from 63 observatories in Heilongjiang Province from 1962 to 2007 were chosen to analyze the temperature tendency and its spatial distribution. The result shows that the increasing tendency of average temperature is larger than that of whole country, the increasing speed of the lowest temperature is faster than that of the highest temperature, and especially, the Daxinganling and Xiaoxinganling mountains are the most obvious areas of temperature increasing and the temperature increase in the winter seasons is more obvious than that in summer seasons. On the contrary, the lowest temperature in Mohe observatory shows the decreasing tendency in autumn. Climate warming causes the frost days to decrease, and the hottest days to increase, and the frost-free seasons to extend.

Key words climate change; temperature tendency; extreme temperature

全球气候变暖已成为不争事实, IPCC第四次评估报告显示“过去一百年(1906- 2005年)全球平均地表气温升高 0.74℃”;中国近百年的气温与全球同步, 平均气温上升了 0.5~ 0.8℃。全国范围来说, 变暖的速率地域间差异很大, 升幅最高位于我国东北地区^[1-4]。

近年来国内已经有很多学者对中国近 50a来的气温变化进行过研究, 获得了很多有价值的成果, 结论是近 50a气温明显上升, 全国平均气温变化速率为 0.25℃/10a, 平均上升约 1.3℃。

黑龙江省是中国最北的省, 南北跨 10个纬距, 东西跨 14个经度, 盛行季风气候, 是气候变化的敏感区, 也是气候变化的脆弱区, 极端和灾害天气频发^[11], 研究黑龙江省平均、极端气温的时空变化对全球气候变暖的响应, 就是更好解读气候变暖带来年、季气候变化特征, 为工农业生产提供依据。

收稿日期: 2008- 05- 21 修订日期: 2008- 12- 15

基金项目: 黑龙江省攻关项目: (GB07C102)资助。2007年多轨道研究型业务建设项目“气候变化检测、影响评估和对策业务系统”资助

作者简介: 于梅(1961-), 女, 高级工程师, 主要从事短期气候预测研究。E-mail: hljym0115@126.com

1 资料和方法

资料来源于黑龙江省气象信息中心提供的1954年以来的63个气象观测站资料。本文对1962–2007年46a的最高气温、最低气温、平均气温3个气象要素做气温变化分析项目。

按照黑龙江省实际气候特征,春、夏、秋、冬季节划分分别为:春季3–5月,夏季6–8月,秋季9–10月,冬季11–2月,年为1–12月的。

根据国际公认30a为完整气候周期的原则,选取1971–2000年平均值为气候平均值。

随着气候变暖,逐年极端气温也在发生变化,为体现极端气温变化,本文选择寒日与酷日出现日数分析气候增暖对其影响。寒日以黑龙江省严寒气象指标最轻量级 $\leq -32^{\circ}\text{C}$ 为普查标准,酷日以黑龙江省高温气象指标最轻量级 $\geq 32^{\circ}\text{C}$ 为普查标准。大兴安岭北部地区由于冬季低温时间长, -32°C 年平均日数多达68d为此黑龙江省对该地区严寒气象指标最轻量级定为 -38°C ,中等量为 -42°C 。

方法用一元线性回归方程求出趋势项,分析其变化。

2 气温变化分析

2.1 黑龙江省气温时间序列变化特征

图1显示黑龙江省平均气温为上升趋势,增温速率达 $0.4559^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 近46a平均上升约 2.1°C ,增温主要从20世纪80年代中后期开始,1988–2007年逐年气温均为正值(其中有10a大于 $+0.5^{\circ}\text{C}$),1987年之前仅有3a为正值(其中2a大于 $+0.5^{\circ}\text{C}$),其它年为负值(其中14a小于 -0.5°C)。由此反映出近20a气温明显高于20世纪80年代及以前的气温。

四季平均气温均呈上升趋势,但增温幅度有所不同,46a平均增温分别为冬季约 3.3°C 、秋季约 1.8°C 、春季约 1.7°C 、夏季约 1.2°C ,上升速率如图2所示。四季均从20世纪80年代中后期开始明显上升,其中冬、秋季上升幅度偏大,为急速上升趋势;春夏季上升幅度小,表现为缓慢上升趋势。

2.2 黑龙江省气温空间变化特征

年平均气温全省均为增温趋势,空间分布增温速率较大区域在大兴安岭东部、黑河、齐齐哈尔北部等地区。

年平均最高气温全省均为增温趋势,空间分布北部地区较南部地区增温速率大(图略)。

年平均最低气温全省均为增温趋势,空间分布除大兴安岭地区漠河站增温速率较小外,其它地区增温速率均很明显,最大中心在黑河地区(图略)。

年平均气温日较差除漠河站为升高趋势,其它地区均为下降趋势,下降最大区域在黑河和齐齐哈尔等地区(图略)。

2.2.1 春季

图3春季各项空间分布,平均气温全省均为增温趋势,平均增温速率为 $0.379^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 增温速率最大的站是孙吴站为 $0.62^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 增温速率最小的站是林口站为 $0.11^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。全省89%的站通过0.1相关检验。其空间分布北部增温速率大,南部增温速率小。增温速率大于 $0.4^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 的区域在大兴安岭东部、黑河、伊春北部、齐齐哈尔、大庆、绥化、哈尔滨南部等地区。

最高气温全省增温速率都较小,平均增温速率为 $0.2^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 全省仅有22%的站通过0.1相关检验,说明春季最高气温增温不太明显。通过0.05相关检验,且增温速率大于 $0.3^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 的区域在大兴安岭、黑河及伊春北部。

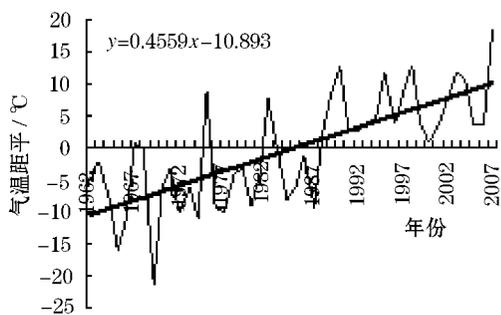


图1 全省年平均气温距平和趋势线

Fig. 1 Anomaly and tendency line of annual mean temperature of whole province

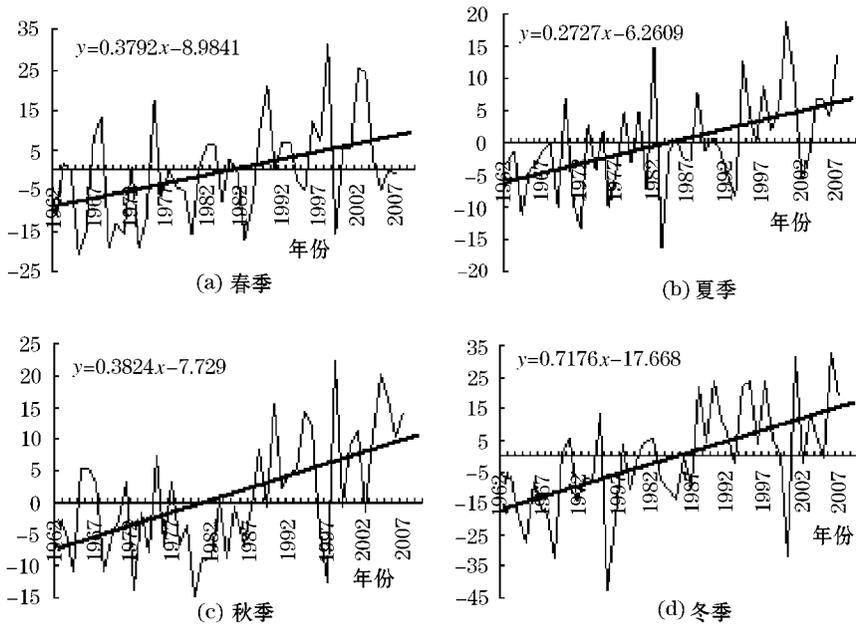
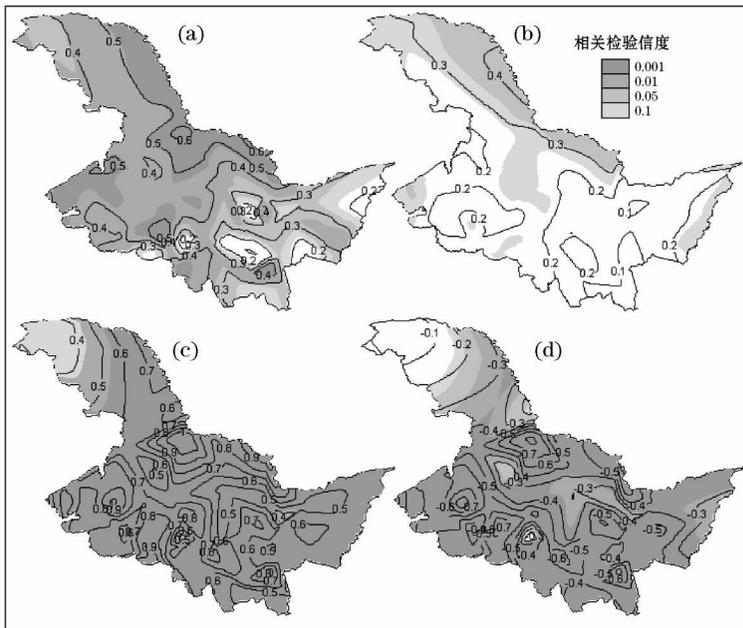


图 2 全省四季平均气温距平和趋势线(单位 0.1℃)

Fig. 2 Anomalies and tendency lines of seasonal mean temperature of whole province



(a)平均气温 (b)平均最高气温
(c)平均最低气温 (d)平均气温日较差

图 3 春季各项气温变化速率空间分布(单位 0.1℃)

Fig. 3 Spatial distribution of change rate of various air temperature in spring (unit 0.1℃)

最低气温全省增温很明显,平均增温速率为 0.674℃/10a 增温速率最大的站是孙吴站为 1.089℃/10a 增温速率最小的站是漠河站为 0.312℃/10a。全省均通过 0.1 检验,其中 95% 通过 0.001 相关检验。其空间分布增温最大的区域在黑河、齐齐哈尔、绥化等地区。

气温日较差全省均为下降趋势,平均下降速率平均为 -0.473℃/10a 下降速率最小的站是漠河站为 -0.02℃/10a 下降速率最大的站是林甸站为 -0.829℃/10a。除漠河、巴彦站外,全省均通过 0.1 相关检验,其中 86% 站通过 0.001 相关检验。下降速率超过 0.3℃/10a 的区域在黑河、伊春北部、鹤岗、齐齐哈尔大部、绥化大部、鸡西等地区。

小结: 春季最低气温上升速率强于最高气温上升速率, 表明最低气温升高对平均气温升高贡献更明显。空间分布增温最强的区域主要在黑河、齐齐哈尔、伊春等地区。

2 2 2 夏季

图 4 夏季各项空间分布, 平均气温全省均为增温, 平均增温速率为 $0.273^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。增温速率最大的站是孙吴站为 $0.559^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 增温速率最小的站是漠河站为 $0.04^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。全省 86% 的站通过 0.05 相关检验, 增温较明显。增温速率大于 $0.3^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 的区域在大兴安岭东部、黑河、伊春北部、鹤岗、齐齐哈尔北部、绥化北部等地区。

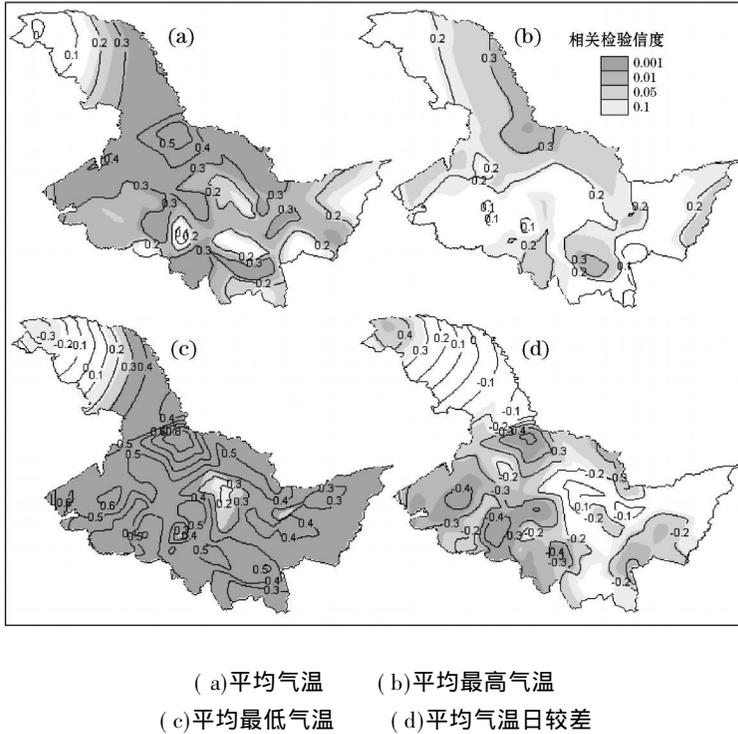


图 4 夏季各项气温变化速率空间分布 (单位: 0.1°C)

Fig. 4 Spatial distribution of change rate of various air temperature in summer (unit 0.1°C)

最高气温全省增温速率都比较小, 平均增温速率为 $0.191^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 全省仅有 56% 的站通过 0.1 相关检验, 夏季最高气温增温相对其它季节不太明显。

最低气温全省大部分地区增温较明显, 平均增温速率为 $0.437^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 增温速率最大的站是孙吴站为 $0.878^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 增温速率最小的站是伊春站为 $0.193^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 而漠河站变化速率为 $-0.31^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 与全省反相, 为下降趋势。全省均通过 0.05 相关检验, 其中 94% 的站通过 0.001 相关检验, 说明最低气温增(减)温都非常显著。增温速率大于 $0.5^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 的区域在黑河和齐齐哈尔北部等地区。

气温日较差全省大部分地区为下降趋势, 平均下降速率为 $-0.246^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 下降速率最小的站是黑河站为 $-0.038^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 下降速率最大的站是孙吴站为 $-0.513^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 而漠河站变化速率为 $+0.44^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 与全省反相, 为上升趋势。全省有 76% 的站通过 0.1 相关检验, 表明夏季大部分地区气温日较差下降明显, 而大兴安岭西部气温日较差上升明显。

小结: 夏季最高气温变化不明显, 大部分地区平均气温上升主要是由最低气温显著上升所致。空间分布增温最强的区域主要在黑河、齐齐哈尔等地区。

2 2 3 秋季

图 5 秋季各项空间分布, 平均气温全省均为增温趋势, 平均增温速率为 $0.382^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。增温速率最大的站是穆棱站为 $0.563^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 增温速率最小的站是漠河站为 $0.1^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 全省 86% 的站通过 0.1 相关检验, 增温较明显。增温速率大于 $0.4^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 的区域在大兴安岭东部、齐齐哈尔、绥化、哈尔滨、牡丹江等地区。

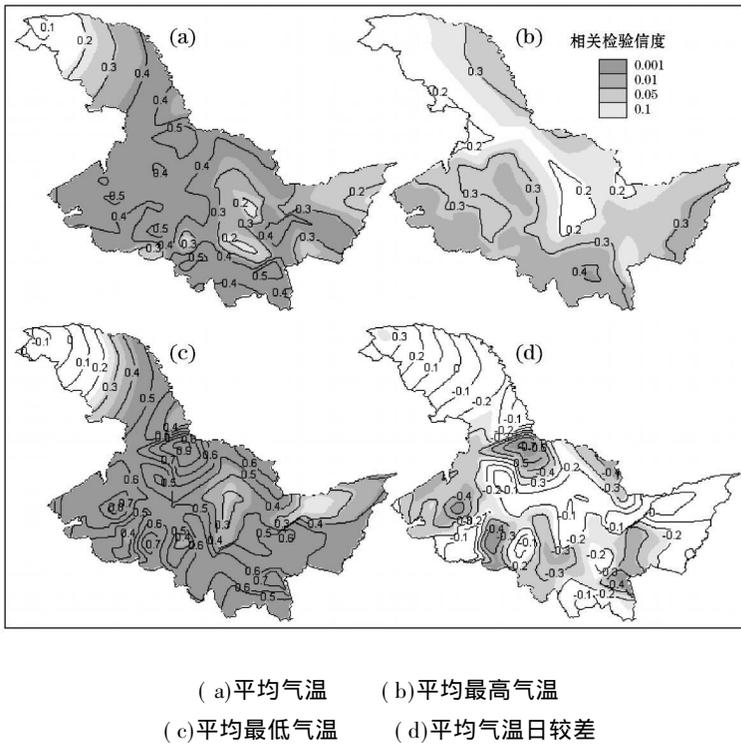


图 5 秋季各项变化速率空间分布(单位 0.1℃)

Fig 5 Spatial distribution of change rate of various air temperature in autumn(unit 0.1℃)

最高气温全省增温速率比夏季略大,平均增温速率为 0.291℃/10a,增温速率最大的站是牡丹江站为 0.425℃/10a,增温速率最小的站是萝北站为 0.178℃/10a,全省有 89%的站通过 0.1 相关检验。增温速率大于 0.3℃/10a 的区域在齐齐哈尔大部、绥化、大庆、哈尔滨、牡丹江等地区。

最低气温全省大部分地区增温明显,平均增温速率为 0.527℃/10a,增温速率最大的站是孙吴站为 0.933℃/10a,增温速率最小的站是富锦站为 0.222℃/10a,漠河站变化速率为 -0.094℃/10a,与全省变化反相,为下降趋势。全省除漠河站均通过 0.1 相关检验,其中 86% 通过 0.001 相关检验,表明秋季最低气温增温很显著,增温速率大于 0.6℃/10a 的区域在黑河、齐齐哈尔、绥化南部、哈尔滨东部、牡丹江等地区。

气温日较差全省大部分地区为下降,平均下降速率为 -0.236℃/10a,下降速率最大的站是孙吴站为 -0.724℃/10a,下降速率最小的站是集贤站为 -0.009℃/10a,而漠河、富锦两站变化速率分别为 +0.323℃/10a 和 +0.019℃/10a,与全省反相,为上升趋势。全省仅有 57% 的站通过 0.1 相关检验,气温日较差变化为不太明显。下降最明显的区域在黑河地区。

小结:秋季与夏季变化相似,最高气温变化不大,大部分地区平均气温上升主要是由最低气温显著上升所致。空间分布增温最强的区域主要在黑河、齐齐哈尔、绥化、哈尔滨、牡丹江等地区。

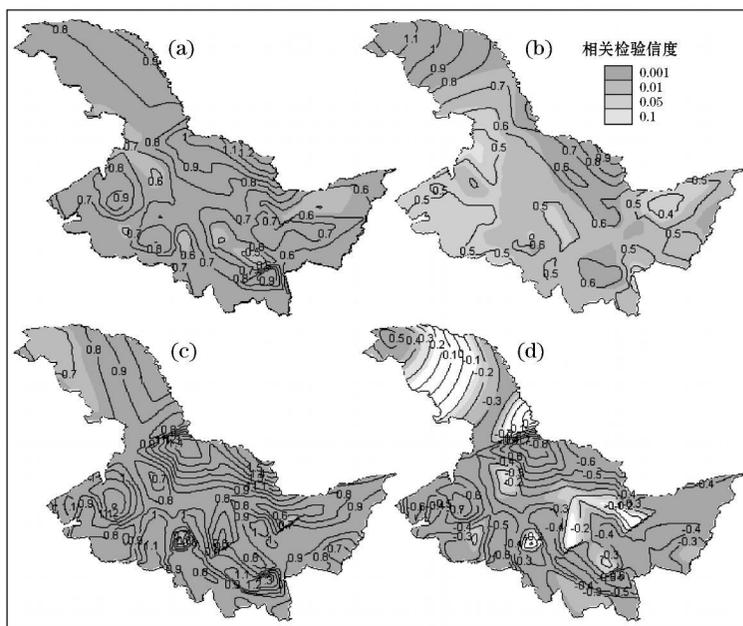
2.2.4 冬季

图 6 冬季各项空间分布,平均气温全省增温非常明显,平均增温速率为 0.717℃/10a,增温速率最大的站是嘉荫站为 1.24℃/10a,增温速率最小的站是林口站为 0.479℃/10a,全省均通过 0.01 相关检验,其中 86% 站通过 0.001 相关检验。增温速率大于 0.7℃/10a 的区域在大兴安岭、黑河、伊春、齐齐哈尔大部、绥化、牡丹江、七台河、鹤岗等地区。

最高气温全省增温明显,平均增温速率为 0.558℃/10a,增温速率最大的站是漠河站为 1.146℃/10a,增温速率最小的站是绥芬河站为 0.315℃/10a,全省有 75% 的站通过 0.01 相关检验,其它站通过 0.05 检验,说明冬季最高气温增温较明显,除黑河西部、齐齐哈尔南部、鸡西、牡丹江南部、鹤岗、佳木斯大部相对小外,其它地区增温速率均大于 0.5℃/10a。

最低气温全省增温非常明显,平均增温速率为 0.937℃/10a,增温速率最大的站是嘉荫站为 1.162℃/10a,增温速率最小的站是巴彦站为 0.489℃/10a,全省均通过 0.01 相关检验,其中 95% 站通过 0.001 相关检验。增温速率大于 0.7℃/10a 的站占全省 87.3%,增温速率相对大的区域在大兴安岭东部、黑河、伊

春、齐齐哈尔大部、绥化南部、牡丹江大部、七台河、等地区。



(a)上左 平均气温 (b)平均最高气温
(c)平均最低气温 (d)平均气温日较差

图6 冬季各项气温变化速率空间分布(单位: 0.1°C)

Fig 6 Spatial distribution of change rate of various air temperature in winter(单位: 0.1°C)

气温日较差全省除个别站外均为下降,平均下降速率平均为 $0.646^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 下降速率最小的站是集贤站为 $0.006^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 下降速率最大的站是孙吴站为 $0.87^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 漠河站为明显的上升趋势,上升速率为 $+0.5^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。全省 83% 的站通过 0.001 相关检验。下降最明显区域在黑河、伊春北部、齐齐哈尔北部、绥化南部、鸡西等地区。

小结: 冬季最低气温、最高气温上升都显著,因而导致平均气温增温非常显著,相对而言除大兴安岭北部漠河站最高气温上升速率强于最低气温上升速率外,其它站均为最低气温上升速率大于最高气温上升速率。空间分布增温最强的区域主要在大兴安岭东部、黑河、伊春、鹤岗、齐齐哈尔、绥化、和牡丹江等地区。

2.2.5 寒日与酷日

寒日出现最多的年代全省大多数站在 20 世纪 60 或 70 年代,出现最少的年代黑河地区在 21 世纪 00 年代,其它地区大多在 20 世纪 90 年代。年平均寒日大兴安岭、黑河、伊春在 11~68d 齐齐哈尔南部、绥化南部、哈尔滨西部、佳木斯、鹤岗、七台河、双鸭山、鸡西、牡丹江年平均在 0~3d 其它地区在 4~15d(图略)。针对寒日出现日数差异大,将大兴安岭、黑河、伊春地区北部,其它地区为南部,分别对两地区作平均寒日序列分析(图略)。趋势均为减少,在明显减少时段里,2001 年为突出多年,尤其是南部地区为 46a 里次多年。因为南部大部分地区寒日少于 3d 对年平均寒日少于 3d 的区域作平均序列分析(图略),1991 年以来除 2001 年寒日特多外,其余年平均不到 1d 20 世纪 80 年代中后期明显增暖后,寒日在南部大部分地区已经很难出现。因为大多数站的年平均值较小,为比较年代际变化将寒日标准升高到 -30°C ,对各年代分别统计年代平均日数,并计算最少与最多年代平均日数差(图略),除东部部分地区年平均日数在 3 天以内,寒日减少不明显外,其它地区均反映出寒日明显减少,并随其纬度升高而增加,其中黑河、伊春地区在 25 天以上。

酷日出现最多的年代东部部分地区在 80 或 90 年代,其它大多在 2000 年及以后,出现最少的年代齐齐哈尔北部、大兴安岭在 80 年代,其它大部分地区在 60 年代。年平均酷日大多在 3~10 天(图略)。对各年代分别统计年代平均日数,并计算最少与最多年代平均日数差(图略),黑河、齐齐哈尔等地区酷日增多在 5~10 天,其它地区增多均少于 5 天。

2.2.6 无霜期

气候变暖后气温明显上升,黑龙江省的无霜期随之延长。通过对全省 63 站普查,除漠河站 90 年代至今

无霜期明显缩短外,其它站均延长(图略)。漠河站观测记录反映,20世纪90年代初霜是提前到8月,最早的2005年8月4日出现 -0.7°C 低温,随后又回到零上,但8月16日再次降到 -1.5°C 以下。

3 总结

综合分析,黑龙江省近46a平均气温为升高趋势,高于全国平均气温升温幅度和增温速率。全省大部分地区最高气温与最低气温同为上升趋势,但上升速率最低气温高于最高气温,平均日较差在缩小。春、夏、秋、冬季最低气温升高显著,

增温趋势最为显著的季节是冬季,一年四季均为明显增温区域在黑河、齐齐哈尔地区。

寒日出现的日数为减少趋势,酷日出现日数为增多趋势,其空间分布除西部少部地区偏大增加10d以上外,其它大多数地区增加5~10d。

气候变暖,黑龙江省大部分地区无霜期延长,合理利用气候资源安排农业生产,应扩大种植生长期偏长、且产量高的中晚熟品种。

参考文献:

- [1] 符淙斌,黄燕. 亚洲的全球变化问题, [J]气候与环境研究, 1996 2(1): 97- 112
- [2] Houghton J. 全球变暖[M]. 戴晓苏,石广玉,董敏,耿全震,译. 北京:气象出版社, 2001.
- [3] 丁一汇,任国玉,赵宗慈,等. 气候变化国家评估报告(I): 中国气候变化的历史和未来趋势[J]. 气候变化研究进展, 2006 2(1): 3- 8
- [4] 潘华盛,张桂华,徐南平. 20世纪80年代以来黑龙江气候变暖的初步分析[J]. 气候与环境研究, 2003 8(3): 348- 355.
- [5] 郝立生. 哈尔滨、石家庄、武汉和广州的气候变化对比[J]. 气候变化研究进展, 2006 2(4): 193- 196.
- [6] 孙风华,袁健. 东北地区1959-2000年最高最低气温时空变化特征[J]. 气候变化研究进展, 2005 1(4): 168- 171.
- [7] 张晶晶,陈爽,赵昕奕. 近50年中国气温变化的区域差异及其与全球气候变化的联系[J]. 干旱区资源与环境, 2006 20(7): 1- 6.
- [8] 赵春雨,刘勤明,李晶. 辽宁省近48年来气候变化研究[J]. 气象, 2000 26(5): 32- 35.
- [9] 洪霞,陈建萍. 江西省1960年以来气温和降水变化趋势分析[J]. 江西气象科学, 2004 27(5): 20- 22
- [10] 尤莉,曹艳芳,阎军,等. 内蒙古近40年最高、最低温度变化特征[J]. 内蒙古气象, 2006(3): 11- 13.
- [11] 周秀杰,张桂华,潘华盛. 黑龙江省气候变暖对极端天气气候事件的响应[J]. 气象, 2002 28(2): 51- 55.
- [12] 任国玉,徐铭志,等. 近54年中国地面气温变化[J], 气候与环境研究, 2005 12(4): 717- 724